

(19)

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: **1020030008274 A**  
(43)Date of publication of application: **25.01.2003**

---

(21)Application number:	<b>1020010043314</b>	(71)Applicant:	<b>LG ELECTRONICS INC.</b>
(22)Date of filing:	<b>19.07.2001</b>	(72)Inventor:	<b>SHIN, JIN GUK</b>
(30)Priority:	<b>..</b>		
(51)Int. Cl	<b>G11B 11/03</b>		

---

**(54) ELECTRON BEAM INFORMATION STORING DEVICE USING CARBON NANOTUBE**

(57) Abstract:

PURPOSE: An electron beam information storing device using carbon nanotube is provided to improve the information recording density and the information reproducing speed at a reduced power consumption by using electron beams emitted by the electric field effect of a carbon nanotube. CONSTITUTION: An electron beam information storing device using carbon nanotube includes a light source having cathodes(13) applied with a negative voltage, carbon nanotubes(12) or a carbon nanotube array formed to the cathode for emitting electron beams, and condensing electrodes(15) for condensing the emitted electron beams, wherein the electron beams are used as the light source for recording or reproducing data with respect to an information storing medium.

copyright KIPO 2003

Legal Status

Date of request for an examination (20010719)

Notification date of refusal decision (00000000)

Final disposal of an application (registration)

Date of final disposal of an application (20040708)

Patent registration number (1004436750000)

Date of registration (20040729)

Number of opposition against the grant of a patent ( )

Date of opposition against the grant of a patent (000000000)

Number of trial against decision to refuse (2004101001870)

Date of requesting trial against decision to refuse (20040428)

Date of extinction of right ( )

(19) 대한민국특허청 (KR)  
(12) 공개특허공보 (A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G11B 11/03

(11) 공개번호 2003-0008274  
(43) 공개일자 2003년01월25일

(21) 출원번호 10-2001-0043314  
(22) 출원일자 2001년07월19일

(71) 출원인 엘지전자 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의도동 20번지 LG트윈타워  
(72) 발명자 신진국  
서울특별시강남구원동711번지수서아파트118동207호  
(74) 대리인 허용록

참사장구 : 있음

(54) 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치

요약

본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치는, 전계 방출 효과에 의한 전자빔을, 정보저장매체에 데이터를 기록/재생하기 위한 광원으로 이용하며, 전계 방출 효과에 의한 전자빔은 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출된다.

또한 광원은, 음전압이 인가되는 캐소드와; 캐소드에 형성되어 있으며, 전자빔을 방출하는 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이; 및 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이에서 방출되는 전자빔을 집속하는 집속전극을 포함한다.

또한 광원은, 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔의 커짐/꺼짐을 제어하는 게이트 전극을 더 구비한다.

또한 광원은, 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 전자빔이 방출되는 홀의 안쪽 면에 방출된 전자를 집속하기 위한 포커싱 레이어를 더 구비한다.

또한 포커싱 레이어는, 자성 막막으로 형성되며, 인가되는 자기력을 이용하여 탄소나노튜브로부터 방출되는 전자빔을 집속할 수도 있으며, 접지되지 않고, 전기적으로 절연된(floating) 상태로 되어 있으며, 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자를 보유하게 됨에 따라, 그 전기적인 적력을 이용하여 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔을 집속한다.

## 대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치의 구성을 개념적으로 나타낸 도면.

도 2는 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치에 채용되는 마이크로 텅의 제조 공정을 나타낸 도면.

도 3 내지 도 7은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치의 변형된 실시 예를 나타낸 도면.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

11, 21... 마이크로 텅 12, 40, 62... 탄소나노튜브

13... 캐소드 14, 32... 절연체

15... 집속전극 16... 정보저장매체

17... 전자빔 22... 촉매금속

23... 마스크 31... 게이트 전극

61... 탄소나노튜브 성장대 70... 포커싱 레이어

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 정보저장장치에 관한 것으로서, 특히 탄소나노튜브의 전계 방출 효과에 의한 전자빔을 이용하여 광기록매체에 정보를 기록하고, 기록된 정보에 대한 재생을 수행함으로써 정보 기록 밀도 및 정보 재생 속도를 향상시키고, 전력 소모를 줄일 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치에 관한 것이다.

오늘날, 정보저장장치 관련 분야는 그 시장 및 기술 분야에 있어 급속한 속도로 발전되고 있다. 그리고, 원가 해상도를 가지는 대용량 정보저장장치는 점점 그 수요가 늘어날 전망이다. 앞으로의 추세는 CD-RW에서 DVD-RW로 옮겨가, 점점 정보 기록 밀도와 정보 저장 용량과 속도에 대한 사용자의 요구(needs)가 강해지고 있다.

일반적으로, 정보저장매체는 반복 기록의 가능 여부에 따라서 읽기 전용의 롬(ROM:Read Only Memory)형과, 1회 기록 가능한 웜(WORM:Write Once Read Many)형 및 반복적으로 기록할 수 있는 재기록 가능형 등으로 크게 3종류로 분류된다.

여기서, ROM형 정보저장매체는 콤팩트 디스크(CD:Compact Disc) ROM과 디지털 다기능 디스크(DVD:Digital Versatile Disc) ROM 등이 있으며, WORM형 정보저장매체는 1회 기록 가능한 콤팩트 디스크(CD-R:Recordable Compact Disc)와 1회 기록 가능한 디지털 다기능 디스크(DVD-R:Recordable Digital Versatile Disc) 등이 있다.

또한, 자유롭게 반복적으로 재기록 가능한 디스크로는 재기록 가능한 콤팩트 디스크(CD-RW)와 재기록 가능한 디지털 다기능 디스크(DVD-RW) 등이 있다.

이러한 정보저장장치는, 데이터를 광기록 디스크에 기록하거나 재생을 수행함에 있어, 레이저 다이오드 및 포토 다이오드로 구성된 광픽업을 이용하여 광을 집광시켜 광기록 디스크의 변형을 유도하여 데이터를 기록하며, 광기록 디스크로부터 반사되는 광을 수광하여 광기록 디스크에 기록되어 있는 데이터를 해독하게 된다.

그러나, 레이저 다이오드를 광원으로 사용하는 정보저장장치의 경우, 정보 저장 밀도 면에서 그 한계가 뚜렷하다. 이는 빛의 회절 한계(diffraction limit)라는 물리적인 현상에 기인한 것으로서, 빛의 파장이 350~400nm 정도라는 점과, 그 이하로 포커싱(focusing)이 어렵다는 점, 아주 좁은 크기의 그레이팅(grating)이 존재할 경우 빛은 회절되어 초점으로 맺히지 못하고 퍼져 버린다는 점 때문이다.

이러한 정보저장장치의 원리적인 한계를 극복하기 위하여 시도되고 있는 다양한 기술로는, 근접장을 이용하는 방법과, 비선형 매질을 이용하는 방법과, 홀로그래피를 이용하는 방법과, 기록 매체의 표면 모양을 렌즈 기능을 하도록 바꾸는 방법과, 다중 파장을 사용하는 방법과, 다중 레이어(layer)를 사용하는 방법 및 보다 짧은 파장을 가지는 광원을 이용하는 방법 등이 있으나, 모두 아직까지는 기술적인 해결점을 찾지 못하고 있는 상황이다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 여건을 감안하여 창출된 것으로서, 탄소나노튜브의 전계 방출 효과에 의한 전자빔을 이용하여 광기록매체에 정보를 기록하고, 기록된 정보에 대한 재생을 수행함으로써 정보 기록 밀도 및 정보 재생 속도를 향상시키고, 전력 소모를 줄일 수 있는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치를 제공함에 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치는, 전계 방출 효과에 의한 전자빔을, 정보저장매체에 데이터를 기록/재생하기 위한 광원으로 이용하는 점에 그 특징이 있다.

여기서, 상기 전계 방출 효과에 의한 전자빔은 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 점에 그 특징이 있다.

또한 상기 광원은,

음전압이 인가되는 캐소드와;

상기 캐소드에 형성되어 있으며, 전자빔을 방출하는 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이; 및

상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이에서 방출되는 전자빔을 집속하는 집속전극을 포함하는 점에 그 특징이 있다.

또한 상기 광원은, 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔의 커짐/끼임을 제어하는 게이트 전극을 더 구비하는 점에 그 특징이 있다.

또한 상기 광원은, 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 전자빔이 방출되는 홀의 인접 면에 방출된 전자빔을 집속하기 위한 포커싱 레이어를 더 구비하는 점에 그 특징이 있다.

또한 상기 포커싱 레이어는, 자성 막막으로 형성되며, 인가되는 자기력을 이용하여 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔을 집속할 수도 있으며, 집지되지 않고, 전기적으로 절연된(floating) 상태로 되어 있으며, 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자를 보유하게 됨에 따라, 그 전기적인 척력을 이용하여 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔을 집속하는 점에 그 특징이 있다.

또한, 상기 정보저장매체는 그라운드 전압 또는 양전압이 인가되어, 상기 광원으로부터 전자빔을 방출시키는 애노드 역할을 수행하는 점에 그 특징이 있다.

이와 같은 본 발명에 의하면, 탄소나노튜브의 전계 방출 효과에 의한 전자빔을 이용하여 광기록매체에 정보를 기록하고, 기록된 정보에 대한 재생을 수행함으로써 정보 기록 밀도 및 정보 재생 속도를 향상시키고, 전력 소모를 줄일 수 있는 장점이 있다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치의 구성을 개념적으로 나타낸 도면이다.

도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치의 광원은, 음전압이 인가되는 캐소드(13)와; 상기 캐소드(13)에 연결되어 있는 마이크로 팁(11)과; 상기 마이크로 팁(11)에 형성되어 있으며, 전자빔을 방출하는 탄소나노튜브(12) 및 상기 탄소나노튜브(12)에서 방출되는 전자빔(17)을 집속하는 집속전극(15)을 포함한다.

여기서, 도면부호 16은 상기 광원에 의해 데이터가 기록/재생되는 정보저장매체를 나타낸 것으로서, 그라운드 전압 또는 양전압이 인가되어, 상기 광원으로부터 전자빔을 방출시키는 애노드 역할을 수행한다. 그리고, 이러한 정보저장매체(16)로는 종래 정보저장장치에 사용되는 상전이 물질층을 이용할 수도 있고, 유전체를 이용할 수도 있으며, 종래 기존의 정보저장장치에 사용되는 다양한 기록매체를 사용할 수도 있다.

즉, 정보저장매체(16)로는 상전이 물질을 이용할 수도 있으며, 방출되는 전자의 세기를 조절하여 상전이 물질의 상전이 정도를 조절하여 다 단계의 상전이를 유도하고, 이때 변화되는 다 단계의 물질인, 저항의 다 단계 변화나 반사율의 다 단계 변화 등을 이용하여 정보를 저장할 수 있다.

또한, 도면부호 14는 소자 구성을 위한 절연체(insulator)를 나타낸 것으로서, 보통 실리콘 산화물(Silicon Oxide)이 사용된다. 그리고, 상기 집속전극(15)은 상기 탄소나노튜브(12)에서 방출된 전자빔의 집속(focusing)을 위한 층으로 자기층(magnetic layer)이나 전기적인 척력을 가하기 위한 금속 박막이 사용될 수 있다.

한편, 상기 마이크로 팁(11)은 탄소나노튜브(12)의 형성점이 되는 원추형의 팁으로서, Mo, Si 등이 사용될 수 있다. 이때, 상기 탄소나노튜브(12)를 마이크로 팁(11) 끝에 위치시키는 방법은 이미 만들어진 탄소나노튜브를 자기조립법이나 전기영동법 등으로 붙이는 방법과 원추형의 끝 부분에서 직접 자라게 하는 방법이 있으며, 직접 성장시키기 위해서는 탄소나노튜브 성장을 위한 촉매가 있어야 한다.

그러면, 도 2를 참조하여 상기 마이크로 팁(11)에서 탄소나노튜브(12)를 성장시키는 공정을 설명해 보기로 한다. 도 2는 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치에 채용되는 마이크로 팁의 제조 공정을 나타낸 도면이다.

도 2를 참조하여 설명하면, 마이크로 팁(21)은 Mo, Si 등이 사용될 수 있으며, 탄소나노튜브(12) 성장을 위한 기계적인 구조물의 역할과 캐소드(13)를 구성하기 위한 전기 전도의 역할만 하므로 전기적인 전도성만 있으면 어떤 재료라도 사용될 수 있다. 그리고, 상기 마이크로 팁(21)에서 탄소나노튜브(12)를 성장시키기 위해서는 촉매금속(22)을 필요로 하는데, 보통 Ni, Co, Fe 또는 이들의 합금이 사용된다.

이때, 도 2의 (b)와 같은 구조를 만드는 방법으로는 다양하게 있을 수 있다. 상기 마이크로 팁(21)의 맨 끝 부분에만 탄소나노튜브 성장을 위한 촉매를 입히는 방법이 있을 수 있다. 마이크로 팁(21)의 제조 공정에서 스퍼터링(sputtering)이나 전자빔 증착 등 기존의 반도체 공정을 이용하면 가능하다.

도 2는 그 한 예를 나타낸 것으로서, 도 2의 (a)와 같이, 상기 마이크로 팁(21) 위에 촉매금속(22)을 입히고, 그 위에 포토 레지스트 마스크(photo resist mask)나 메탈 하드 마스크(metal hard mask)를 입혀 건식 식각이나 습식 식각으로 하면, 도 2의 (b)와 같은 팁을 형성할 수 있다. 그리고, 열기상합성법이나 플라즈마 기상합성법을 이용하여 이 팁

위에서 바로 탄소나노튜브를 성장시키면 탄소나노튜브 튜를 얻을 수 있다. 이외에도 다양한 미소기전시스템(MEMS: Micro Electro Mechanical System) 기술을 이용하여 제작할 수 있다.

한편, 도 2의 (b)에서와 같은 촉매 부착형 마이크로 튜에서 바로 탄소나노튜브를 성장시키면 그 성장 방향이 수직 방향이 아니라, 부착위의 방향으로 성장될 수도 있다. 따라서, 이를 해결하기 위하여 도 2의 (b)와 같이 촉매가 부착된 마이크로 튜에 적절한 열처리를 통하여 도 2의 (c)와 같은 형상을 만들도록 한다.

그 한 예로서, 500℃~900℃의 불활성 분위기(알곤, 질소) 또는 환원성 분위기(수소 첨가된 알곤, 수소 첨가된 질소)에서 열처리를 통하여 도 2의 (c)와 같은 구조를 갖는 튜를 형성할 수 있다. 이에 따라, 마이크로 튜 끝에는 구형으로 인한 촉매가 형성되며, 이는 탄소나노튜브가 이 점에서 아래쪽 방향으로 자라게 한다. 이러한 점을 촉매섬 또는 양자점이나 나노 크기라 하여 나노점(nano dot)이라 한다.

그리고, 도 3 내지 도 7은 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치의 변형된 실시 예를 나타낸 도면으로서, 그 각각의 실시 예에 대하여 간략하게 설명해 보기로 한다.

도 1에 나타낸 광원의 구조가 2극관(diode) 구조에 근거한 전자빔 총의 어레이를 나타낸 것이라면, 도 3은 3극관(triode) 구조의 전자빔 총의 어레이를 나타낸 것이다. 여기서, 게이트 전극(31)은 상기 탄소나노튜브(12)로부터 방출되는 전자빔의 커짐/끼임을 제어하며, 전계 방출 디스플레이(FED: Field Emission Display)에서의 제 3극의 역할과 유사하다. 그리고, 절연층(32)은 상기 게이트 전극(31)과 집속전극(15)을 절연시키는 역할을 수행한다. 이때, 도 1에 나타낸 2극관 방식에 비하여, 도 3에 나타낸 3극관 방식이 가지는 장점은 동작 전압이 낮아 구동회로의 설계가 쉽고 가격이 싸다는 장점이 있다.

한편, 도 4 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 마이크로 튜를 만들지 않고 바로 캐소드(13) 상에서 촉매를 이용하여, 탄소나노튜브를 성장시켜 전자총으로 사용할 수도 있다. 이 경우 캐소드(13) 상에서 탄소나노튜브(40)를 만드는 방법은 탄소나노튜브를 이용한 전계 방출 디스플레이에서 사용되는 방법과 유사하다.

즉, 촉매 패턴을 캐소드(13) 위에 입히고 적당한 열처리나 산처리를 통해서 만들 수도 있으며, 적당한 열처리를 통하여 촉매섬을 만들고 이 촉매섬 상에서 탄소나노튜브(40)가 자라게 하는 방법을 이용할 수도 있다. 이때, 촉매의 크기와 모양, 개수에 따라 도 4에 나타낸 바와 같은 한 개 혹은 다수의 탄소나노튜브(40)가 합성될 수 있다.

한편, 도 6에 나타낸 바와 같이, 마이크로 튜를 원뿔대 모양의 탄소나노튜브 성장대(61)를 만들고, 이 탄소나노튜브 성장대(61)에서 탄소나노튜브(62)를 성장시킬 수도 있다. 그 공정은 상기에서 설명된 바와 유사한 방법을 통하여 구현될 수 있다.

그리고, 도 7은 전자가 방출되는 홀(hole)의 안쪽벽면에 다시 방출 전자를 집속하기 위한 포커싱 레이어(70)가 더 구비된 경우를 나타낸 것이다. 이러한 포커싱 레이어(70)는 자성 박막을 이용하여 자기력으로 전자빔을 집속시키거나, 음의 전기장을 걸어 전기적인 척력을 이용하여 전자빔을 집속시킬 수도 있다.

또 다른 방법으로는, 전기장을 걸지 않고, 전기적으로 절연된(floating) 포커싱 레이어(70) 구조를 이용할 수도 있다. 즉, 상기 포커싱 레이어(70)가 접지가 되지 않고 전기적으로 절연되어 있다면, 탄소나노튜브(62)에서 방출되는 전자가 포커싱 레이어(70)에 쌓이게 되고, 음의 전하를 가지게 된다. 이와 같이 축적된 음의 전하로 인하여 자동적으로 전기적인 척력이 발생되어 상기 탄소나노튜브(62)에서 방출되는 전자빔을 집속할 수 있게 된다.

#### 발명의 효과

여상의 설명에서와 같이 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치에 의하면, 탄소나노튜브의 전계 방출 효과에 의한 전자빔을 이용하여 광기록매체에 정보를 기록하고, 기록된 정보에 대한 재생을 수행함으로써 정보 기록 밀도 및 정보 재생 속도를 향상시키고, 전력 소모를 줄일 수 있는 장점이 있다.

또한, 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치에 의하면, 전자빔을 방출하는 튜브로 탄소나노튜브를 사용하므로써 마이크로 튜브의 수명과 안정성, 신뢰성 문제를 해결할 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

전계 방출 효과에 의한 전자빔을, 정보저장매체에 데이터를 기록/재생하기 위한 광원으로 이용하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

##### 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 전계 방출 효과에 의한 전자빔은 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

##### 청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 광원은

음전압이 인가되는 캐소드와;

상기 캐소드에 형성되어 있으며, 전자빔을 방출하는 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이; 및

상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이에서 방출되는 전자빔을 집속하는 집속전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

##### 청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 광원은

상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔의 커짐/꺼짐을 제어하는 게이트 전극을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

##### 청구항 5.

제 3항에 있어서, 상기 광원은

상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 전자빔이 방출되는 홀의 안쪽 면에 방출된 전자를 집속하기 위한 포커싱 레이어를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

##### 청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 포커싱 레이어는 자성 박막으로 형성되며, 인가되는 자기력을 이용하여 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔을 집속하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 광기록발생기.

##### 청구항 7.



제 5항에 있어서,

상기 포커싱 레이어는 접지되지 않고, 전기적으로 절연된(floating) 상태로 되어 있으며, 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자를 보유하게 됨에 따라, 그 전기적인 척력을 이용하여 상기 탄소나노튜브 또는 탄소나노튜브 어레이로부터 방출되는 전자빔을 집속하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

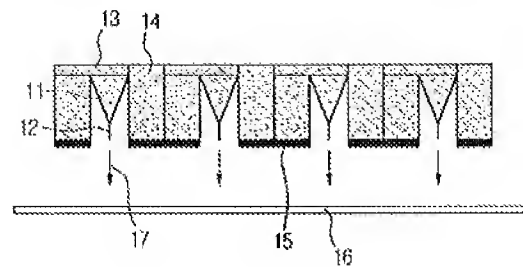
청구항 8.

제 1항에 있어서,

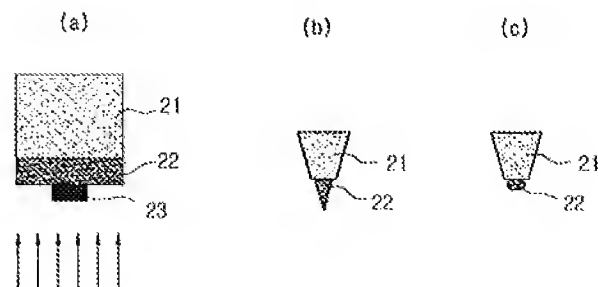
상기 정보저장매체는 그라운드 전압 또는 양전압이 인가되어, 상기 광원으로부터 전자빔을 방출시키는 애노드 역할을 수행하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 전자빔 정보저장장치.

도면

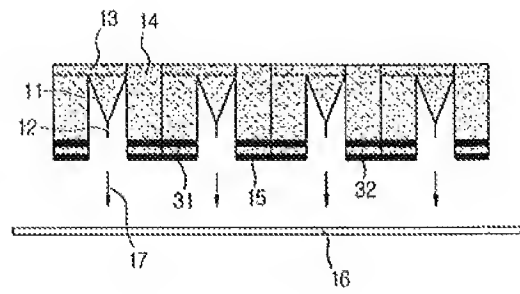
도면 1



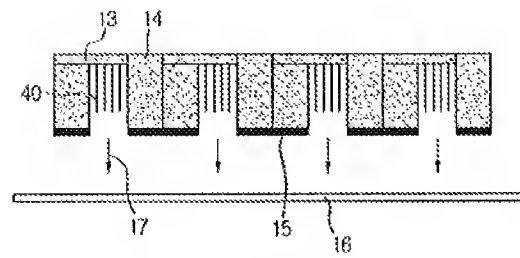
도면 2



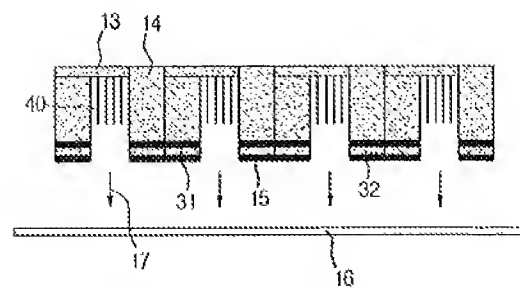
도면 3



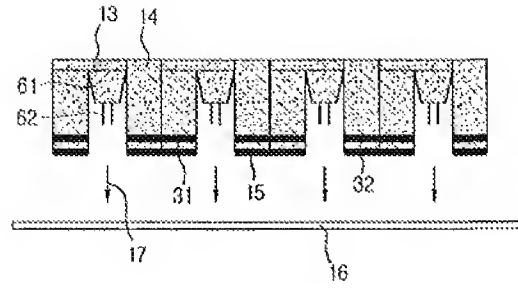
도면 4



도면 5



도면 6



도면 7

